CONCEPTO TÉCNICO No. CT-4517

1. INFORMACIÓN GENERAL

LOCALIDAD	:	San Cristóbal (04)
BARRIO	:	Urbanización Villa de Los Alpes
DIRECCIÓN	:	Calles 32 a 36I Sur y las Carreras 1 a 5A
FECHA DE VISITA	:	Abril 17 y 18 de 2006
SOLICITANTE	:	Subdirección de Gestión Judicial, Secretaria General - Alcaldía Mayor de Bogotá
PROCESO	:	Acción de Grupo No. AG – 2001 – 019
ÁREA DE INFLUENCIA	:	26.5 Ha
VIGENCIA	:	Temporal mientras no se modifique significativamente las condiciones físicas del sector o se realicen obras de mitigación.

2. INTRODUCCIÓN

El presente concepto se desarrolla dentro del alcance del Contrato de Prestación de Servicios No. PS-533/2005, suscrito entre el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias - FOPAE y el Ingeniero Civil Edson Orlando Hoyos Cerón, para actualizar la información de riesgos y realizar el asesoramiento técnico para la defensa del Distrito Capital en procesos judiciales seguidos en su contra.

La información consultada fue la disponible en el expediente de la Subdirección de Gestión Judicial, perteneciente a la Secretaria General de la Alcaldía Mayor de Bogotá, así como la recopilada en las visitas de reconocimiento. La estructuración del presente concepto establece inicialmente la localización directa de la zona objeto de la acción judicial, la relación de la documentación consultada y el análisis de la información antecedente.

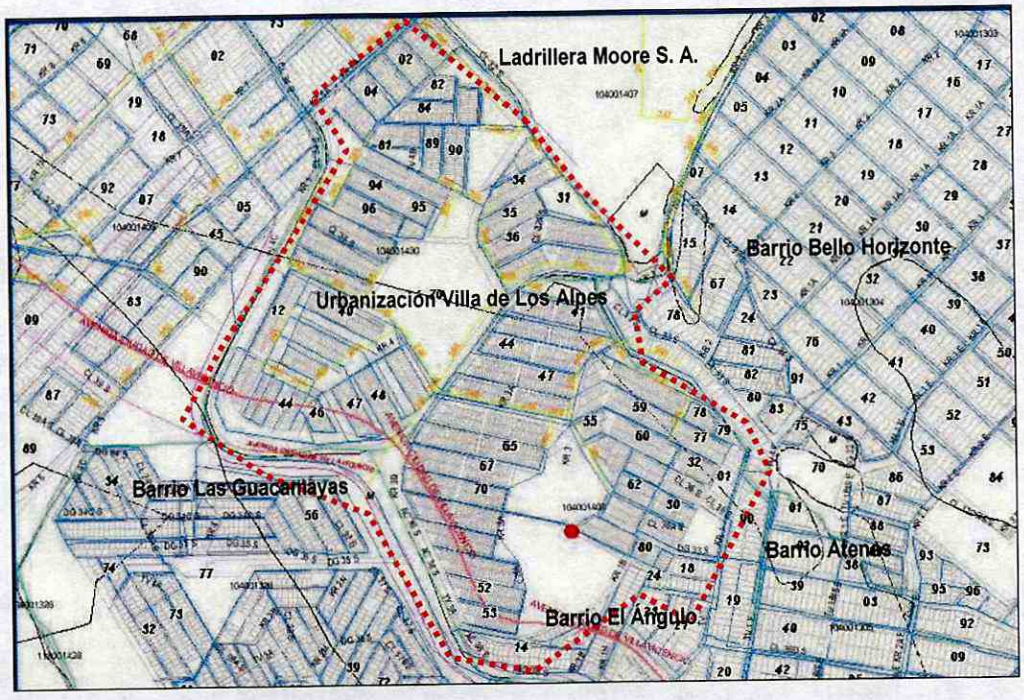
Lo anterior es contrastado con las observaciones realizadas en las visitas de reconocimiento, la cuales permitieron establecer un diagnóstico de la situación actual, así como definir conclusiones y recomendaciones dentro de las limitaciones propias del concepto.

3. LOCALIZACIÓN

La Urbanización Villa de Los Alpes fue construida entre 1985 y 1992 en sus diversas etapas por VIVIENDAS PLANIFICADAS S. A. que pertenece a la ORGANIZACIÓN LUIS CARLOS SARMIENTO ANGULO LTDA - OLCSAL, sobre un sector de pendiente media afectado por procesos de reptamiento en la parte alta de la ladera sobre un antiguo flujo de tierras.

La Urbanización Villa de Los Alpes esta ubicada en la localidad San Cristobal, entre las Calles 32 a 36I Sur y las Carreras 1 a 5ª, ocupando un área de 26.5 Ha (Figura 1). Al noreste limita con la fabrica de tubos Moore S.A. y el barrio San Isidro, al este con el barrio Atenas, al sur con el barrio Guacamayas y El Ángulo y al oeste con la Avenida Ciudad de Villavicencio.

Figura 1 Localización general del área objeto del concepto (tomado de la base cartográfica DACD)



4. DOCUMENTACIÓN CONSULTADA

A continuación se relaciona cronológicamente la información consultada en el expediente:

- Reportes de visitas técnicas de la Subsecretaría de Control de Vivienda (ahora Subdirección de Control de Vivienda – SCV del Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente – DAMA).
- Informe de visita especial No. 198 de la Oficina Permanente de Derechos Humanos - OPDH
- Diagnóstico Técnico No. DI-518 de la Dirección de Prevención y Atención de Emergencias - DPAE
- Diagnóstico Técnico No. DI-653 de la DPAE
- Diagnóstico Técnico No. DI-713 de la DPAE
- Diagnóstico Técnico No. DI-716 de la DPAE

- Diagnóstico Técnico No. DI-721 de la DPAE
- Diagnóstico Técnico No. DI-763 de la DPAE
- Diagnóstico Técnico No. DI-764 de la DPAE
- Diagnóstico Técnico No. DI-794 de la DPAE
- Diagnóstico Técnico No. DI-795 de la DPAE
- Diagnóstico Técnico No. DI-816 de la DPAE
- Diagnóstico Técnico No. DI-818 de la DPAE
- Diagnóstico Técnico No. DI-979 de la DPAE
- Estudio de Amenaza y Riesgo por Remoción en Masa y Evaluación de Alternativas de Mitigación para la Urbanización Villa de Los Alpes de GEOINGENIERÍA LTDA para la DPAE.
- Estudios y Diseños para la Estabilización de la Avenida Villavicencio en Villa de Los Alpes de CONSULTORÍA COLOMBIANA S. A. para el Instituto de Desarrollo Urbano – IDU.
- Informe Dictamen Pericial rendido por los Ingenieros Jaime López Ríos y Oswaldo Nariño Rivas.
- Informe Dictamen Pericial rendido por el Geólogo Edgar Forero Beltrán.

5. ANÁLISIS DE ANTECEDENTES

La Avenida Ciudad de Villavicencio fue construida hace 40 años aproximadamente, dando lugar al desarrollo urbano en el Cerro de Las Guacamayas, mientras que la Urbanización Villa de Los Alpes fue construida alrededor de 1983 a 1992 por VIVIENDAS PLANIFICADAS S. A. a través de la firma VIVIENDAS PLANIFICADAS S. A., de acuerdo con los estudios de suelos elaborados por la firma LUIS FERNANDO OROZCO & CIA LTDA entre 1983 y 1984.

La Subdirección de Control de Vivienda del DAMA - SCV realizó tres (3) visitas técnicas a la Urbanización Villa de Los Alpes por solicitud de la Presidenta del Consejo Comunal en Agosto, Septiembre y Noviembre – Diciembre de 1999, en las cuales se verifico el estado de algunas viviendas registrando los daños que ellas presentan, así:

- En el registro de visita de la SCV de Agosto 17 y 30 de 1999 e identificado con el Número 31, se inspeccionaron varias viviendas reportando averías severas en 10 de ellas, consistentes en agrietamientos de muros de fachadas, zonas de escaleras y cerramientos de patios.
- En el registro de visita de la SCV de Septiembre 21 de 1999 e identificado con el Número 52, se inspeccionó una vivienda reportando agrietamientos de muros y levantamiento de la placa de contrapiso.
- En el registro de visita de la SCV de Noviembre 30 y Diciembre 1 de 1999 e identificado con el Número 108, se inspeccionaron 80 viviendas reportando averías de diferente magnitud, consistentes en fisuras y grietas en muros de fachadas, zonas de escaleras y cerramientos de patios, así como la ampliación de dilataciones.

En Marzo 31 de 2000 la Oficina Permanente de Derechos Humanos - OPDH realizo una visita a las manzanas 74 y 75 de la Urbanización Villa de Los Alpes y genero el Informe de Visita Especial No. 198, en el que comentan entre otros los siguientes aspectos:

- Algunas de las casas se encontraban en muy mal estado y parte de éstas abandonadas ya que amenazan ruina debido al movimiento del terreno.
- Fuentes no precisas, afirman la existencia de corrientes de agua subterránea y deficiencias en la preparación del terreno por parte de la constructora, quien dispuso rellenos sin previos y adecuados estudios técnicos.

Posteriormente la DPAE (anteriormente UPES y OPES), emitió varios conceptos técnicos y diagnósticos para la Urbanización Villa de Los Alpes, los cuales han concluido lo siguiente:

- Oficio AR-645 (Julio de 1998): La UPES remitió el citado oficio a la SCV, donde describe la problemática general observada por la inspección externa de la Urbanización Villa de Los Alpes, incluyendo la tipología de daños presentes en las viviendas más próximas a la Avenida Ciudad de Villavicencio consistente en grietas en zonas de contraste de rigidez, ampliación de las juntas de dilatación entre los bloques de casas y obras exteriores, deformación y agrietamiento de obras exteriores (andenes y cunetas de drenaje), insuficiencia del sistema de alcantarillado pluvial y deterioro de la Calle 36 Sur por efecto del intenso tráfico que soporta.

  En el oficio se recomendó reparara las vías implementando sistemas de drenaje superficial y subsuperficial, incluyendo la construcción del sistema de alcantarillado pluvial. Igualmente se propuso adelantar un estudio de tipo estructural y geotécnico para determinar la vulnerabilidad de las viviendas ante amenaza sísmica y por remoción en masa, consultando al Constructor sobre los niveles y tipo de cimentación empleados.

- Diagnóstico Técnico No. DI-518 (Noviembre 4 de 1998): La inspección del diagnóstico respecto al reportado en el oficio anterior, denota un énfasis en la evaluación de las viviendas por inspección interna de algunas de ellas pertenecientes a la Urbanización Villa de Los Alpes.

  Se describen grietas de corte en los muros de las viviendas (abertura hasta 10 mm) y de los patios (abertura hasta 20 mm y escalonadas), grietas horizontales a nivel de la plaza de entrepiso de primer piso (abertura hasta 10 mm) y pérdida del empotramiento de los apoyos de las vigas de madera que sostienen la cubierta (segundo piso), consecuencia de asentamientos diferenciales provocados por movimientos del terreno.

  En el diagnóstico se recomendó verificar el sistema constructivo empleado para aclarar el trasfondo técnico del problema y remitir a la SCV para los aspectos administrativos e investigaciones que correspondan.

- Diagnóstico Técnico No. DI-653 (Mayo 21 de 1999): En el diagnóstico se hace una descripción en detalle de las 15 viviendas visitadas de las cuales 8 no eran habitables debido a su alta afectación y las restantes tenían su habitabilidad condicionada a que no progresara el grado de afectación.

  En el diagnóstico se recomienda relocalizar las 8 familias que habitaban las viviendas altamente afectadas y hacer un monitoreo periódico con el fin de determinar el avance del deterioro estructural de las casas. Otra recomendación reiterada del Oficio AR-645 fue la realización de un estudio estructural y geotécnico con diseño detallado de las obras correctivas que mitiguen el riesgo.

- Diagnóstico Técnico No. DI-713 (Septiembre 14 de 1999): En el diagnóstico se hace una descripción de 11 viviendas visitadas, de las cuales una (1) se encontraba en condición de alta afectación y no era habitable, mientras que las demás estaban en afectación alta progresivas y con habitabilidad condicionada.

  En el diagnóstico se recomienda relocalizar una familia y monitorear las otras viviendas. Al igual que el diagnóstico anterior, recomienda adelantar un estudio estructural y geotécnico del sector.

- Diagnóstico Técnico No. DI-716 (Agosto 24 de 1999): En el diagnóstico se hace una nueva revisión de las viviendas visitadas y reportadas en los diagnósticos anteriores, motivado también por requerimientos del Juzgado 48 Penal del Circuito con relación específicamente a la vivienda identificada con la nomenclatura Calle 36F Sur # 3A - 57.

  El deterioro de la vivienda continúa luego de ser desalojada y se advierte el levantamiento de las placas de andén con erosión del material de soporte debido a flujo de aguas superficial. Adicionalmente se advierten empujes de tierras desde el talud adyacente al muro de cerramiento del patio de la citada vivienda.

  En conclusión se verificó la calificación del riesgo estructural de la vivienda y se confirmaron las recomendaciones realizadas en el Diagnóstico No. DI-653.

- Diagnóstico Técnico No DI-721 (Agosto 24 de 1999): En el diagnóstico se hace una descripción de las 8 viviendas inspeccionadas y la patología estructural observada, calificando con alta afectación a 4 de ellas.

  En el diagnóstico se recomienda no habitar las viviendas con alta afectación, mantener el monitoreo de las demás viviendas que se encuentran con afectación media a alta progresiva y leve a media progresiva, así como adelantar un estudio estructural y geotécnico del sector.

- Diagnóstico Técnico No. DI-763 (Octubre 28 de 1999): Este diagnóstico actualiza la evaluación de las viviendas calificadas como afectadas pero habitables en el Diagnóstico No. DI-653, cuya patología evolucionó a riesgo estructural de colapso.

  El diagnóstico recomienda que los habitantes de las viviendas ubicadas en la Calle 36F Sur No. 3A - 39 y Calle 36F Sur 3A - 45 sean relocalizados, así como elaborar un estudio estructural y geotécnico con diseño de obras correctivas y de mitigación.

- Diagnóstico Técnico No. DI-764: En el diagnóstico se hace una revisión de una vivienda motivado por requerimientos del Juzgado 28 Penal del Circuito. La vivienda se ubica en la Calle 36F Sur # 3A - 51.

- Diagnóstico Técnico No. DI-794: En el diagnóstico se hace una revisión de una vivienda motivado por requerimientos del Juzgado 24 Penal del Circuito.

- Diagnóstico Técnico No. DI-795: En el diagnóstico se hace una revisión de una vivienda motivado por requerimientos del Juzgado 51 Penal del Circuito.

- Diagnóstico Técnico No. DI-816: En el diagnóstico se hace una revisión de una vivienda motivado por requerimientos del Juzgado 54 Penal del Circuito.

- Diagnóstico Técnico No. DI-818: En el diagnóstico se hace una revisión de una vivienda motivado por requerimientos del Juzgado 37 Penal del Circuito.

- Diagnóstico Técnico No. DI-979 (Mayo 30 de 2000): El diagnóstico resume los informes técnicos realizados hasta la fecha, describiendo los daños en 20 viviendas y zonas comunales, así como la necesidad de continuar el monitoreo de las viviendas que presentan afectación progresiva. A partir de las observaciones registradas se definieron los criterios por tipo de afectación y recomendaciones de acción como la relocalización de familias, monitoreo de viviendas afectadas, etc.

Todos los informes de carácter técnico que produjo la DPAE hasta el año 2000, advierten y reconocen sus limitaciones ya que se fundamentan en la valoración de las características externas e internas de las viviendas y superficialmente del terreno de fundación de las mismas, pero no valoran las condiciones del subsuelo y de los materiales de construcción mediante exploración y ensayos directos.

ESTUDIO DE AMENAZA Y RIESGO POR REMOCIÓN EN MASA Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MITIGACIÓN PARA LA URBANIZACIÓN VILLA DE LOS ALPES

De acuerdo con los informes técnicos emitidos por la DPAE se puede concluir que existe una condición de riesgo que afecta la parte suroeste de la urbanización Villa de Los Alpes, la cual ameritó la evaluación detallada de las condiciones del terreno para la identificación de las causas que generan los daños evidenciados, así como el diseño de las medidas de mitigación pertinentes.

En virtud de lo anterior la DPAE en el año 2001 mediante el Contrato de Consultoría No. CCS-093/00, adelantó con la firma GEOINGENIERÍA LTDA la elaboración del ***Estudio de Amenaza y Riesgo por Remoción en Masa y Evaluación de Alternativas de Mitigación para la Urbanización Villa de Los Alpes***.

Los aspectos más relevantes del *Estudio de Amenaza y Riesgo* son los siguientes:

- Geológicamente en la zona de la Urbanización se observan litologías de las Formaciones Bogotá y Regadera, con recubrimientos cuaternarios de flujos de tierra, coluviones y aluviones. Estructuralmente se localiza en el flanco oriental del sinclinal de Usme, precisamente en la una ladera de control estructural.
- Geomorfológicamente se distinguen las zonas de cresta, colina y planicie. La interpretación de fotografías aéreas de los años 1968, 1994 y 1997 interpretó la existencia de un antiguo flujo de tierras y rellenos, así como pocetas de chircales. El proceso de relleno subsiguiente, eliminó el patrón de drenaje natural (obstruyendo su curso normal) y ocultó los reservorios de agua.

  Se observan series de depresiones con rumbo paralelo al correspondiente a los estratos, cuya profundidad depende de la resistencia de las rocas bien sea Arcillolitas o Areniscas, dando lugar a la acumulación de agua, con espesores de suelos de depósito variables.

  Sobre las depresiones se efectuó el relleno con materiales arcillosos por flujos de tierra y deslizamientos. Se diferencian tres depresiones; *Oriental* cerca del barrio Atenas, *Central* conincidiendo con una zona verde de la urbanización y *Occidental* donde se presentó el deslizamiento que afectó la Avenida Ciudad de Villavicencio.
- Geotécnicamente la caracterización del subsuelo y específicamente los suelos derivados de la Formación Bogotá son arcillas plásticas de consistencia firme a dura, pero que se reblandecen rápidamente con mínimos cambios en el contenido de agua, así como se observan potenciales de cambio volumétrico moderado a alto.

Los procesos de inestabilidad tienen su origen en una condición natural del entorno por la presencia de flujos de tierra y posteriormente por la intervención antrópica mediante la disposición de rellenos antiguos (materiales provenientes de excavaciones de la Avenida Ciudad de Villavicencio) de hasta 6.0 m de espesor y rellenos recientes (conformación del áreas de la Urbanización Villa de Los Alpes) de hasta 5.0 m de espesor y sobrecargas más recientes con desechos de construcción y basuras cerca del barrio Las Guacamayas.

El inventario de procesos identifica antes de la construcción de la urbanización antiguos flujos de tierras naturales de gran escala (se inestabilizan en condiciones de saturación total, pero para fines del estudio se consideran estables a procesos de gran escala) y flujos de tierra superficiales (ocurren en rellenos naturales recientes de 3.0 m de espesor, con bajas pendientes y clasificados como eventos superficiales).

Actualmente y después de construida la urbanización se distinguen cinco (5) zonas:

Zona 1: Parte Sur Oriental de la Urbanización, en inmediaciones de las áreas verdes, el polideportivo y parte del barrio El Ángulo. Corresponde al área no construida que se ubica entre las manzanas 72, 73 y 28. Afectada por reptación o flujo plástico en remanentes de flujos de tierras antiguos, favorecido por infiltración y saturación de agua.

Zona 2: Parte Centro Oriental de la Urbanización, entre las manzanas 58, 59, 77, 78 y 79. No se aprecia un proceso de remoción en masa configurado o generalizado, sino movimientos por consolidación y/o expansión por el reacomodamiento del relleno colocado para la construcción de la urbanización sobre suelos, movimientos de los flujos de tierra o el relleno mismo. El movimiento de tierras generó el incremento de las pendientes del terreno.

Zona 3: Parte Nor Oriental de la Urbanización, aledaña a la Fábrica de Ladrillos y Tubos Moore. Corresponde al área de estacionamientos al norte de la manzana 37 y el área no construida al oriente de la manzana 83. Es una zona de rellenos dispuestos a media ladera con espesor hasta de 5.0 m, ubicado en el límite del contacto de los suelos residuales y flujos de tierra. Los movimientos se deben a consolidación del relleno y manejo de terreno dentro de la ladrillera.

Zona 4: Parte Nor Occidental de la Urbanización, correspondiente a la parte media nor occidental de las manzanas 3, 4 y 5. Rellenos colocados sobre coluviones anteriormente activos y suelos residuales potencialmente expansivos.

Zona 5: Parte Sur Occidental de la Urbanización, ubicada entre las manzanas 73, 74, 75 y 76 de la Urbanización. Deslizamiento rotacional complejo de rellenos de origen antrópico (estructura de la vía y reconformación de la urbanización).

- El deslizamiento que afecta la Avenida Ciudad de Villavicencio y la Urbanización Villa de Los Alpes es de tipo rotacional de carácter local, ocurrido en una zona de alta pendiente, favorecido por infiltración de agua desde la parte alta de la ladera correspondiente a las manzanas 73, 74 y 75.
- En función del tipo de procesos geomorfológicos, es posible distinguir una zona de deslizamientos activos, una zona de depresiones con rellenos y una zona de suelos residuales estables.

En la determinación de la probabilidad del factor de seguridad se realizaron las combinaciones de parámetros de resistencia y condiciones de análisis de los factores contribuyentes de los procesos de remoción en masa. Con los gráficos de distribución de probabilidades se establecieron tres tipos de laderas en función de las pendientes según el potencial de deslizamientos, lo que permitió elaborar la zonificación de amenaza.

- La zonificación de vulnerabilidad se estableció por la resistencia de las 2.862 viviendas a solicitaciones por desplazamientos verticales y empujes horizontales debidos a procesos de remoción en masa (localización y escenario potencial específico que lo ocasiona), siguiendo un árbol de secuencia de eventos.

  De acuerdo con la información de VIVIENDAS PLANIFICADAS S. A. existen cuatro (4) tipos de viviendas: Tipo A) Con dos pisos en la fachada principal y tres en la fachada posterior con diferencias de nivel a media altura entre las fachadas. Tipo B) Con tres pisos en la fachada principal y dos en la fachada posterior con diferencias de nivel a media altura entre las fachadas. Tipo C) Con dos pisos en la fachada principal y posterior con diferencias de nivel a media altura entre las fachadas y Tipo D) Con dos pisos en la fachada principal y posterior sin diferencias de nivel entre las fachadas. De la muestra de viviendas inspeccionadas (1.562) al momento de la realización del estudio, el 31.2% de ellas tienen modificaciones estructurales y el 2% se encontraba desocupada por su afectación estructural.

  Los cimientos son continuos en concreto reforzado obre pedestales de arena – cemento, aislados y dilatados en los cambios de nivel longitudinal y separados por muros de contención en los cambios de nivel transversales. Los cimentos de los muros de cerramiento de los patios son de tipo continuo, constituidos en concreto ciclopeo. La placa de piso es de tipo aligerada de viguetas transversales en sentido de la manzana, sobre las cuales se apoyan plaquetas prefabricadas. La cubierta es tijera con teja de asbesto – cemento.

  Las obras ejecutadas al momento de la realización del estudio, consistieron en drenaje por el Constructor en Febrero de 1999 (subdrén multiflow en el sector aledaño a las manzanas 73 a 76) y por el IDU en Agosto de 2000 (filtro francés en el costado sur occidental de la Avenida Ciudad de Villavicencio y subdrenes horizontales en el talud hacia el barrio Las Guacamayas).

- Para la evaluación del riesgo por remoción en masa de la Urbanización Villa de Los Alpes se tomó una vida útil de los elementos expuestos 25 años. De acuerdo con la zonificación de riesgo se definieron ocho (8) zonas[1], clasificadas cuatros en la categoría de amenaza media, tres en la categoría de amenaza alta y una en la categoría de amenaza muy alta, en un área de 7.6 Ha de las cuales la mayor parte corresponde a la Urbanización Villa de Los Alpes.

  Todas las zonas de riesgo son mitigables, donde se formularon medidas preventivas, correctivas y de control con el fin de reducir la amenaza o la vulnerabilidad y así mitigar el riesgo por remoción en masa. Las medidas de mitigación de riesgo se establecieron para las zonas de amenaza alta y muy alta, e incluso las zonas de amenaza media debido a que en un evento de inestabilidad podrían afectar un buen número de viviendas.

  El criterio de mitigabilidad fue definido esencialmente en términos de las medidas que permitan reducir las presiones de poros intersticiales y abatir los altos niveles de agua en función del espesor del depósito inestable, mediante obras de mitigación económicas y efectivas que disminuyan el potencial de inestabilidad.

[1] Realmente nueve (9) zonas ya que la Zona 7 Barrio Atenas se divide en las sub zonas 7a y 7b.

Tabla 1 Sectorización de áreas de intervención

Zona	Amenaza FRM	Área (Ha)	Intervención		Espesor de estrato de baja resistencia	Nivel crítico en el pozo de inspección
			Corto Plazo+	Inmediata∞		
1	Media	1.41	X		5.0 a 9.0	2.5
2	Media	0.13	X		2.0	0.5
3	Media	0.84	X		4.0 a 8.0	2.5
4	Alta y Muy Alta	1.64		X		
5	Alta	0.93		X		
6	Alta	0.21		X		
7a	Alta (Atenas)	2.16		X		
7b	Alta (Vila de Los Alpes)		X		4.0	2.5
8	Alta	0.25		X		

+ Requiere diseño detallado de las obras recomendadas que se deriven
∞ Obras de Mitigación
* Medido desde la base del estrato de baja resistencia, que debe coincidir con el fondo del pozo de inspección hacia arriba.

- Se propusieron grados de intervención inmediata e intervención en el corto plazo según los resultados del monitoreo y seguimientos (pozos y piezómetros, asociando obras de subdrenaje como pozos de bombeo y subdrenes horizontales).

- Las zonas de intervención inmediata corresponden a cuatro (4) sectores de amenaza alta (4) y un (1) sector de amenaza muy alta:

  - En la denominada Zona 4 de amenaza alta y muy alta que corresponde al deslizamiento activo de las manzanas 73, 74 y 75 (el espesor de material de baja resistencia está entre 1.0 y 10.0 m, pero en promedio en la zona del deslizamiento es de 6.0 m), donde. se propone una solución de tendones de anclaje de 40 ton, longitud total de 25.0 m (longitud de bulbo de 10.0 m) apoyados sobre dados, a tres niveles a partir de la Avenida Ciudad de Villavicencio, complementado con el drenaje profundo (columnas de grava unidas a subdrenes horizontales, drenes y cunetas) de toda la zona deslizada, además la arborización de las zonas de muy alto riesgo donde se demolerán 40 viviendas (reubicación de las familias), así como la reconformación parcial del talud superior de la Avenida Ciudad de Villavicencio.
  - En la denominada Zona 5 de amenaza alta en inmediaciones de las manzanas 56, 57, 58, 59, 77 y 78 (el espesor de material de baja resistencia es de 4.0 a 6.0 m), donde se proponen subdrenes horizontales sobre el muro de contención existente ya presenta una ligera deflexión, con la consecuente reducción del confinamiento de la ladera.
  - En la denominada Zona 6 de amenaza alta en la parte sur de los estacionamientos ubicados en el centro de la urbanización (el espesor de material de baja resistencia es menor de 2.0 m), donde se propone una trinchera drenante constituida por un ramal principal de 115 m de longitud y 1.5 m de profundidad, con tres ramales secundarios entre 40 y 50 m de longitud.

- En la denominada Zona 7a de amenaza alta (Barrio Atenas), aunque no se presentan evidencias de procesos de remoción en masa pero con alta presencia de humedad, debido a la alta densidad poblacional se considera la intervención inmediata con subdrenes horizontales y drenes franceses.
- En la denominada Zona 8 de amenaza alta cerca de la manzana 76, debido a la intervención antrópica que eliminó el drenaje ejecutado por la Constructora y la sobrecarga de las casas ubicadas en la parte alta, confluyen los factores de inestabilidad de la ladera donde se proponen obras de mitigación consistentes en subdrenes horizontales y filtros franceses de 70 m de longitud y 0.8 m de profundidad, ubicados en la base de la ladera.

□ Las zonas de intervención a corto plazo en función de los resultados del monitoreo y seguimiento[2], corresponden a tres (3) sectores de amenaza media y un (1) sector de amenaza alta:

- En la denominada Zona 1 de amenaza media que corresponde a la zona de influencia de las manzanas 90, 92 y 95, así como parcialmente sobre las manzanas 91 y 94, donde se propone la construcción de cinco (5) pozos de inspección. El espesor de material de baja resistencia es de 5.0 a 9,0 m; si el nivel de agua freática es superior a 2.5 m del fondo del pozo de inspección, se deben implementar obras consistentes en subdrenes horizontales en el área de las manzanas 92 y 95.
- En la denominada Zona 2 de amenaza media que corresponde a la zona de influencia de las manzanas 9 y 10, donde se propone la construcción de dos (2) pozos de inspección. El espesor de material de baja resistencia es de 2,0 m; si el nivel de agua freática es superior a 0.5 m del fondo del pozo de inspección, se deben implementar obras consistentes en subdrenes horizontales o trincheras drenantes de 1.5 m de profundidad y longitudes entre 30 y 70 m aproximadamente.
- En la denominada Zona 3 de amenaza media que corresponde a la zona de influencia de las manzanas 12, 17, 98 y 100, donde se propone la construcción de siete (7) pozos de inspección. El espesor de material de baja resistencia es de 4,0 a 8.0 m; si el nivel de agua freática es superior a 2.5 m del fondo del pozo de inspección, se deben implementar obras consistentes en subdrenes horizontales o pozos de bombeo En esta zona se identificaron problemas en las viviendas 1 a 10 y 32 a 44 de la manzana 17, las viviendas 10 a 17 de la manzana 98 y la vivienda 1 de la manzana 103, donde la patología no corresponde a fenómenos de remoción en masa sino a asentamientos diferenciales y zonas de materiales de fundación con características expansivas.
- En la denominada Zona 7b de amenaza alta (Urbanización Villa de Los Alpes), aunque no se presentan evidencias de procesos de remoción en masa y tampoco alta presencia de humedad, se considera la intervención a corto plazo según los resultados de los registros de tres (3) pozos de inspección. En caso se encontrarse niveles críticos de agua en los pozos de inspección el esquema de obras será drenaje profundo (como en la Zona 4), consistente en columnas de grava y bombeo. El monitoreo se debe ejecutar durante toda vida útil de la urbanización, revisar periódicamente las redes de acueducto y alcantarillado para prevenir fugas y mantener el control de aguas superficiales.

[2] Los pozos de inspección tendrán profundidad igual al espesor del material de baja resistencia.

- Las conclusiones del estudio no se limitan al objetivo de la evaluación de riesgo por remoción en masa, sino se identifica problemas de asentamientos diferenciales por presencia de suelos de fundación con características expansivas. Salvo el caso del deslizamiento activo que afecta la parte sur occidental del área de estudio, no se encontró otro fenómeno de remoción en masa importante

  Los depósitos del área son localmente susceptibles a fenómenos de remoción en masa de tipo deslizamiento profundo o superficial, debido a la influencia relativa de factores como la presencia de agua en la masa potencialmente inestable, el espesor del depósito o estrato de baja resistencia, la pendiente de la ladera y el efecto dinámico debido al sísmico aplicable a la zona.

  - El agua subsuperficial detectada en el área de estudio fue evaluada mediante análisis fisicoquímicos y bacteriológicos para determinar su posible origen; natural, potable por fugas en la red de acueducto o servida por fugas en la red de alcantarillado, encontrando lo siguiente:
  - En el sector del deslizamiento activo se determinó origen natural del agua profunda, mientras que las aguas poco profundas fueron asociadas a fuentes debidas a fugas de las redes de acueducto y alcantarillado.
  - En el sector correspondiente al extremo nororiental de la urbanización se determinó origen natural del agua profunda y en el sector correspondiente a la zona verde al sur contigua al barrio el Angulo se determinó origen natural del agua profunda.

  El análisis de amenaza por remoción en masa asocia el corredor de la Avenida a Villavicencio a una categoría de amenaza alta o media, debido a los rellenos ejecutados para su construcción, en especial los establecidos sobre depósitos naturales.

  El denominado *deslizamiento activo* ocurrió en una zona que antiguamente se caracterizó por tener una estabilidad marginal en condición natural o antes de intervención, constituida por antiguos flujos de tierras localizados sobre canales drenajes naturales.

ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE LA AVENIDA VILLAVICENCIO EN VILLA DE LOS ALPES

Paralelamente a la elaboración de los informes técnicos de la DPAE, el IDU elaboró por medio de la firma CONSULTORÍA COLOMBIANA S. A. realizó los ***Estudios y Diseños para la Estabilización de la Avenida Villavicencio en Villa de Los Alpes***.

La primera versión del citado informe fue presentada en Febrero de 1999 y la segunda versión fue presentada en Febrero de 2000. Para la elaboración del presente concepto no se dispuso del mencionado estudio, sino únicamente las citas de resultados parciales del mismo en otras fuentes.

Existen recursos por parte del IDU para realizar la actualización de los diseños detallados de las obras de estabilización, de acuerdo con la comunicación IDU-016426 de Marzo 21 de 2006 dentro del Plan Operativo Anual de Inversión de dicha entidad.

DICTÁMENES PERICIALES DENTRO DE LA ACCIÓN DE GRUPO No. AG – 2001 – 019

Dentro del proceso de la Acción de Grupo No. AG – 2001 – 019 instaurada por Elías Bonilla Andrade y otros contra la EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ Y OTROS se tiene conocimiento del rendimiento de dos (2) dictámenes periciales ante el Tribunal Administrativo de Cundinamarca – Sección Tercera, que se comentarán y discutirán en forma detallada en las conclusiones del presente Concepto Técnico y que se relacionan a continuación:

- El primer dictamen pericial fue rendido por los Ingenieros Jaime López Ríos y Oswaldo Nariño Rivas en Febrero de 2002. Para la elaboración del presente concepto no se dispuso del mencionado dictamen pericial, sino únicamente las citas de resultados parciales del mismo en otras fuentes.
- El segundo dictamen pericial fue rendido por el Geólogo Edgar Forero Beltrán en Febrero de 2006 para resolver el cuestionario solicitado por VIVIENDAS PLANIFICADAS S. A.

6. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Para formular el diagnóstico de la situación actual, se tuvieron en cuenta las diferentes campañas de monitoreo y realizadas por el FOPAE y se verificaron los resultados con la inspección realizada para el presente concepto.

MONITOREO ESTRUCTURAL A LAS VIVIENDAS DE LA URBANIZACIÓN "VILLA DE LOS ALPES", LOCALIDAD SAN CRISTÓBAL, BOGOTÁ D. C. ELABORADO POR EL INGENIERO ANDRÉS VÁSQUEZ KENNEDY.

- El informe de monitoreo estructural ejecutó cuatro (4) campañas y el informe final data de Mayo de 2004. Se inspeccionaron un número de 73 viviendas (ver Tabla 2), lo que incluía realizar la evaluación de los daños en las viviendas para determinar su habitabilidad según la *Clasificación Global del Riesgo*, identificar viviendas con mayor grado de deterioro, mantener seguimiento a la evolución de los daños y recomendar acciones.

Tabla 2 Viviendas monitoreadas en la campaña 2004

MANZANA	CANTIDAD	PORCENTAJE
83	13	18%
1	2	3%
75	6	8%
74	16	22%
73	7	10%
58	14	19%
44	2	3%
43	1	1%
96	2	3%

MANZANA	CANTIDAD	PORCENTAJE
95	1	1%
36	2	3%
35	2	3%
14	1	1%
11	3	4%
9	1	1%
TOTAL	73	100%

Continuación de la Tabla 2 Viviendas monitoreadas en la campaña 2004

- Se llama la atención sobre el hecho relacionado con el número de viviendas que ocupan las manzanas 73, 74 y 75, que corresponden al 40% de la muestra. Por tal razón, las estadísticas son concluyentes esencialmente para las zonas de mayor afectación como el denominado *deslizamiento activo* y no se puede generalizar.
- El monitoreo definió los criterios de evaluación de la estabilidad estructural de las viviendas (terreno y edificación), para lo cual se diseñaron formatos o planillas de visitas, evaluación estructural y registro grietas.

  La estabilidad del terreno y la estabilidad de la edificación permiten calcular la *Clasificación Global del Riesgo*. La metodología se modificó para efectos particulares de la urbanización, ya que se obtenía una calificación de riesgo alto para viviendas donde la edificación tenía una condición aceptable, pero el terreno tenia una calificación baja en términos de estabilidad. En los análisis no se incluyeron las zonas correspondientes a los patios, debido a que allí en la mayoría de los casos se han ejecutado todo tipo modificaciones.
- Los resultados comparativos respecto a la última (cuarta) campaña, permiten concluir que solamente el 5% de las viviendas monitoreadas tienen tendencia a modificar el grado de afectación (aumentar o disminuir). El 95% de las viviendas monitoreadas tienen tendencia estable.
- Algunas viviendas tienden a disminuir su grado de afectación debido a un juicioso y permanente mantenimiento. La clasificación global final de riesgo para la campaña del año 2004 es la presentada en la Tabla 3, encontrándose entre alto y crítico el 44% de las viviendas inspeccionadas.

Tabla 3 Clasificación global final de riesgo en la campaña 2004

RIESGO	VIVIENDAS	
	CANTIDAD	PORCENTAJE
BAJO	11	15%
MEDIO	30	41%
ALTO	24	33%
CRÍTICO	8	11%
TOTAL	73	100%

- Algunas viviendas de las manzanas 73, 74 y 75 que presentaban deterioro medio incrementaron dicho grado a alto, pero otras han permanecido estables luego de efectuar reparaciones. En la manzana 83 tienen una afectación en grado variable, pero se pueden asociar a la presencia de eucaliptos y pinos que generan altas succiones en el suelo. La calificación de riesgo medio en la manzana 58 se asocia a las condiciones de un muro de contención que presenta deformaciones. Las manzanas 36 y 35 tienen un grado de deterioro creciente en algunas de las viviendas, al parecer por la generación de una falla local.
- Los resultados de los análisis de daños están asociados a inestabilidad del terreno por deferentes causas y no se considera atribuible al comportamiento estructural de las viviendas, sin desconocer que cualquier acción de reparación estructural implicaría el reforzamiento para cumplir las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente – NSR 98, que implicaría la construcción de elementos de amarre y confinamiento tanto horizontales como verticales, la adecuada relación de rigideces entre muros en los dos sentidos, la inclusión de juntas de dilatación, la estabilidad de elementos no estructurales, etc.

MONITOREO ESTRUCTURAL A LAS VIVIENDAS DE LA URBANIZACIÓN "VILLA DE LOS ALPES", LOCALIDAD SAN CRISTÓBAL, BOGOTÁ D. C. ELABORADO POR EL INGENIERO EDMUNDO RIVERA ÁLVAREZ.

- El informe de monitoreo topográfico, geotécnico y estructural adelantó ocho (8) campañas comprendidas entre Enero y Diciembre de 2005, centrado específicamente en una muestra mínima 100 viviendas (123 viviendas finalmente) en cada una (con población de estudio de 188 predios que constituyen las manzanas 73, 74, 75 y 76 de la Urbanización Villa de Los Alpes, para un cubrimiento del 65.4%. De las viviendas monitoreadas se tienen las categorías de revisión interna y externa 89 unidades (73%), las reubicadas y revisadas externamente 25 unidades (20%) y las habitadas pero revisadas externamente 9 unidades (7%).
- El objeto del monitoreo topográfico, geotécnico y estructural fue evaluar el incremento en daños en las viviendas seleccionadas para determinar el nivel de habitabilidad de acuerdo con la *Clasificación Global del Riesgo*, reportar aspectos relativos a la actividad del deslizamiento y la afectación a las viviendas, identificar las viviendas con mayor grado de deterioro y determinar las acciones, así como mantener un seguimiento periódico de las viviendas seleccionadas para determinar la evolución de los daños.

Tabla 4 Clasificación global final de riesgo de la campaña 2005

RIESGO	VIVIENDAS	
	CANTIDAD	PORCENTAJE
BAJO	39	32%
MEDIO	36	29%
ALTO	14	11%
CRÍTICO	25	21%
NO REVISADAS	9	7%
TOTAL	123	100%

- La clasificación global final de riesgo para la campaña del año 2005 es la presentada en la Tabla 4, encontrándose entre alto y crítico el 28% de las viviendas inspeccionadas. Del total de estas categorías, el 62% corresponden a las viviendas críticas reubicadas.

- Las viviendas en riesgo crítico son el 21% de la población monitoreada, que pertenecen a las familias que tuvieron que desocuparlas con el incentivo del pago de arriendos debido al grado de afectación que comprometió su habitabilidad, excepto una vivienda que continúa habitada.

  En riesgo alto se encuentra el 11% de la población monitoreada, el 29% esta clasificada en riesgo medio, el 32% en riesgo bajo y el 7% final corresponde a viviendas que no fue posible monitorear internamente, porque no permitieron el ingreso.

  Los resultados comparativos respecto a la última (octava) campaña, permiten concluir que solamente el 3% de las viviendas monitoreadas tienen tendencia a modificar el grado de afectación (aumentar o disminuir). El 88% de las viviendas monitoreadas tienen tendencia estable y el 9% de las viviendas no tienen comparación.

- En el reconocimiento geotécnico y control topográfico incluido en el monitoreo, se concluye lo siguiente:

  - En el deslizamiento del costado occidental del área del monitoreo se mantiene la misma condición de las campañas anteriores, es decir, los mismos movimientos lentos y progresivos definiendo una amenaza alta por fenómenos de remoción en masa en la parte baja de los bloques I a IV.

    Una franja de seguridad de 9.0 m alrededor de los procesos activos y una franja de 20 m alrededor de las viviendas afectadas, determina la amenaza media por remoción en masa.

  - En el deslizamiento del costado nor oriental del área del monitoreo se estableció la presencia de un antiguo segundo deslizamiento de gran magnitud (manzanas 73 y 74), por la difícil determinación de los rasgos geomorfológicos, visible solo por pequeñas evidencias locales.

    Se define una amenaza media por fenómenos de remoción en masa para las casas ubicadas dentro del denominado bloque V.

    Al inicio del control topográfico de ésta zona, la tasa de asentamiento era nula, pero al final fue baja y media.

    En términos de desplazamientos, algunos pocos puntos presentan valores hasta de 4 cm, siendo los representativos los del orden de 1 cm.

  - Los sectores diferentes al deslizamiento occidental y nor oriental, se establecen en la categoría de amenaza baja por fenómenos de remoción en masa.

- Las principales conclusiones y recomendaciones del monitoreo del año 2005, son las siguientes:

  - La clasificación global final de riesgo de la campaña 2005 para las viviendas habitadas es el que se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5 Clasificación global final de riesgo de la campaña 2005 para las viviendas habitadas*

RIESGO	VIVIENDAS	
	CANTIDAD	PORCENTAJE
BAJO	38	43%
MEDIO	36	40%
ALTO	14	16%
CRÍTICO	1	1%
TOTAL	89	100%

* No incluye 25 viviendas reubicadas y 9 viviendas sin monitoreo interno

- El ***deslizamiento del costado sur occidental del área del monitoreo*** (manzanas 74 y 75, Avenida Ciudad de Villavicencio) se encuentra activo y las deformaciones adicionales están generando incremento del agrietamiento de las viviendas. En la Figura 2 se presentan las siluetas de los bordes de falla y de los bloques de falla (I a IV).

  El bloque I de la zona central correspondió posiblemente a la primera manifestación de falla, que posteriormente dio origen a los bloques de falla II y III (satélites) al costado sur y norte por el arrastre del bloque principal.

  El bloque IV es posterior al deslizamiento principal y presentó una manifestación importante a lo largo de este programa de instrumentación del año 2005.

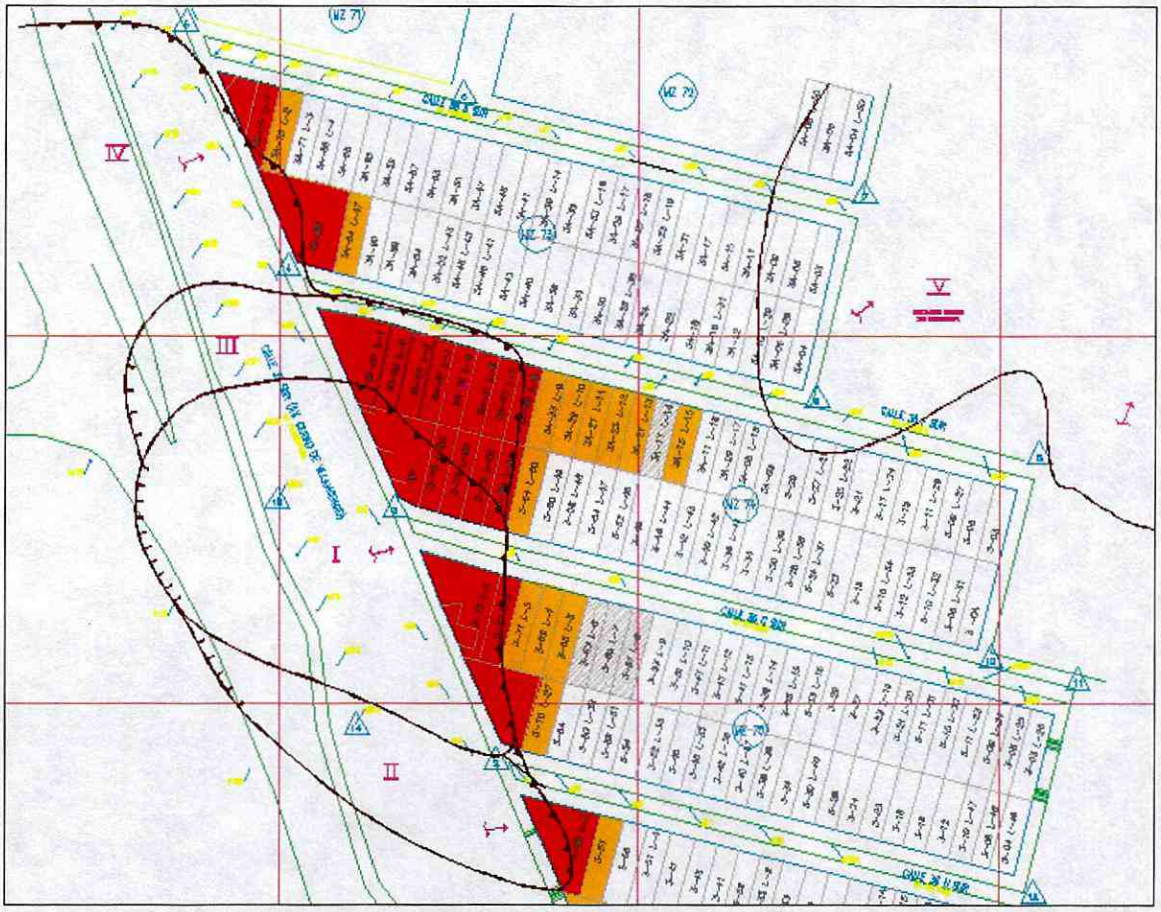
- El ***deslizamiento del sector nor oriental del área del monitoreo***, correspondiente a las manzanas 73 y 74, se encuentra activo y ha presenta movimientos muy lentos estacionarios que han generado y puede generar daños leves en las viviendas. En la Figura 2 se presentan las siluetas de los bordes de falla y del bloque de falla (V).

  El movimiento es de tipo complejo y comprende la totalidad de la zona verde adyacente en el costado oriental de las casas y se prolonga hasta la zona de parqueadero que se encuentra en la parte baja de la Urbanización Villa de Los Alpes.

  La manifestación del movimiento son fisuras o grietas leves en algunas viviendas y daños locales en las zonas duras o andenes, localizadas en las zonas verdes aledañas a las citadas manzanas.

- La resistencia de las viviendas ante solicitaciones por empujes laterales debidas a los deslizamientos es muy baja, ya que no tienen reforzamiento de la mampostería y en algunos casos el vector de movimiento de los procesos de remoción en masa actúa en forma paralela a los muros de carga.

Figura 2 Localización de los deslizamiento (tomado de Monitoreo 2005)



- Las principales recomendaciones del monitoreo del año 2005, son las siguientes:

  - Generar juntas en las casas Calle 36 F sur # 3A-17, Calle 36 G Sur # 3-57, Calle 36 G Sur # 3-59 y Calle 36 G sur # 3-63, con el fin de evitar que el empuje progresivo del deslizamiento del costado oriental siga afectando las casas de la zona interna de la Urbanización Villa de Los Alpes.
  - Reparar los muros de carga y muros transversales (no estructurales), así como las escaleras y la cubierta con los procedimientos establecidos en el informe de monitoreo 2005.
  - Mantener el monitoreo estructural de las casas (incluyendo control de avance de grietas).

INSPECCIÓN DE LAS ÁREAS COMUNALES Y EXTERIORMENTE A LAS VIVIENDAS PARA EL PRESENTE CONCEPTO TÉCNICO

Un equipo profesional compuesto por una Geologa y un Ingeniero Civil Especialista en Geotécnia y Experto en Análisis y Evaluación de Riesgo, realizó una nueva inspección en Abril 17 y 18 de 2006 a las áreas comunales y exteriormente a las viviendas de la Urbanización Villa de Los Alpes, para contrastar las conclusiones de los estudios antecedentes y validar los resultados de los monitoreos.

A continuación se describen los resultados de la observación de las zonas comunes y viviendas, así como aspectos de interés para la sustentación de las conclusiones del presente Concepto Técnico.

- **Zonas comunes:** Con respecto a las zonas comunes de la urbanización se encontraron algunas deformaciones del terreno, en el parque ubicado al sur de la Urbanización Villa de Los Alpes, en el que se presentan hundimientos de los senderos peatonales al igual que inclinación de los andenes, árboles y postes (Fotografía 1 y Fotografía 2, respectivamente manzanas 67 y 70).

  Este fenómeno de deformaciones del terreno también se observa en la intersección de la Avenida Ciudad de Villavicencio con la Carrera 3B (Fotografía 3, a modo de reptación) y sobre la Transversal 4C, al sur de la Calle 36 Sur (Fotografía 4 y Fotografía 5 entre manzanas 64 y 106) reflejado en el hundimiento de andenes.

  En varios sectores de la Urbanización Villa de Los Alpes se identificaron ampliación de las dilataciones, agrietamientos de los muros de las viviendas y los andenes, debidos posiblemente a asentamientos diferenciales puntuales (Fotografía 6 y Fotografía 7 manzanas 78 y 90).

  También son reiteradas las ampliaciones de las dilataciones en las zonas de escaleras exteriores entre las manzanas, respecto a los paramentos de las viviendas (Fotografía 8 y Fotografía 9 manzanas 58 y 92).



Fotografía 1 Inclinación de árboles y postes Hundimiento del sendero peatonal en parque del Sur de la urbanización



Fotografía 2 Hundimiento del anden sobre la Carrera 3A ente calles 36B y 36C Sur, al oeste del parqueadero



Fotografía 3 Inclinación de árboles y postes Avenida Ciudad de Villavicencio y Carrera 3B



Fotografía 4 Hundimientos del anden e inclinación de postes sobre la Transversal 4C al Sur de la Calle 36B



Fotografía 5 Hundimientos del anden sobre la Transversal 4C entre las calles 36 y 36B Sur



Fotografía 6 Dilatación Calle 35A Sur con Carrera 1A



Fotografía 7 Dilatación Calle 34A Sur con Carrera 4A



Fotografía 8 Dilatación en la zona de escaleras en la Carrera 2B con Diagonal 32B Sur



Fotografía 9 Dilatación y humedad en la zona de escaleras en la Carrera 4 entre calles 33C y 34 Sur

Otro problema observado en la urbanización son las serias averías que presentan los muros de cerramiento de los lotes triangulares ubicados al final de las manzanas, ellos presentan serios agrietamientos y representan una amenaza ya que en cualquier momento pueden colapsar (Fotografía 10 a Fotografía 19).



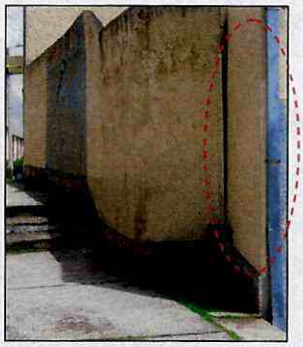
Fotografía 10 Muro colapsado y con signos de un desplazamiento en la Carrera 5 con calle 33C Sur (Mz 94)



Fotografía 11 Agrietamiento severo en el muro de un patio en la Carrera 3B con Calle 35B Sur (Mz 46)



Fotografía 12 Agrietamiento severo del muro en la Calle 34A Sur con Carrera 4A Sur (Mz 9)



Fotografía 13 Inclinación del muro de cerramiento en la Calle 34A Sur con Carrera 4A Sur (Mz 9)



Fotografía 14 Agrietamiento del muro en la Transversal 4C con Calle 35A Sur (Mz 11)



Fotografía 15 Agrietamiento e inclinación del muro en la Calle 35A Sur con Transversal 4C (Mz 11)



Fotografía 16 Agrietamiento severo en el muro de cerramiento entre la Transversal 4C y la Calle 36B Bis Sur (Mz 24)



Fotografía 17 Detalle del agrietamiento en el muro de cerramiento entre la Transversal 4C y la Calle 36B Bis Sur (Mz 24)



Fotografía 18 Agrietamiento del muro de la Carrera 5 con Diagonal 33 Sur (Mz 82)



Fotografía 19 Agrietamiento del muro de la Diagonal 33 Sur con Carrera 5 (Mz 82)

- **Viviendas:** La Urbanización Villa de Los Alpes cuenta con un total de 2.829 unidades de vivienda, las cuales no presentan daños generalizados. Durante la visita a campo se observó dos sectores de la urbanización que presentan daños considerables, por lo que se hace especial mención sobre ellos.

  - Sector 1: Este sector esta ubicado al sur occidental de la urbanización e involucra algunas viviendas de las manzanas 74 y 75, sobre las Calles 36F y 36G Sur.

    Estas viviendas son las que presentan los daños más severos, acompañados de una deformación en el alineamiento de la manzana, daños que están relacionados con el proceso de reptación al que hace mención el estudio de GEOINGENIERÍA LTDA (Fotografía 20 a Fotografía 25).



Fotografía 20 Deformación longitudinal de la manzana 75 en la Calle 36 Sur



Fotografía 21 Patrón de agrietamiento en las casas de la manzana 75 en la Calle 36G Sur



Fotografía 22 Detalle de la deformación de la manzana 75 al final de la Calle 36 Sur



Fotografía 23 Detalle de los daños en las casas de la manzana 74, al final de la Calle 36G Sur



Fotografía 24 Estado actual de la Carrera 3B entre calles 36H y 36G Sur



Fotografía 25 Detalle de los daños de las viviendas de la manzana 74 al final de la Calle 36F Sur

- Sector 2: Esta ubicada al norte de la urbanización e involucra algunas de las viviendas de la manzana 83, especialmente las que están ubicadas sobre la Transversal 4Bis Allí los daños no son tan severos como en el sector 1, pero si se considera que amenazan con la estabilidad de las viviendas, por lo que se considera prudente que estas casas no sean habitadas.

  Las averías que se presentan en este sector pueden estar relacionadas con un proceso de remoción en masa debido a que la morfología del sector favorece este tipo de fenómenos; pues al norte de esta manzana la inclinación del talud es considerable y no existe ninguna obra que confine el terreno.



Fotografía 26 Agrietamiento severo de algunas viviendas de la manzana 83, sobre la Tv. 4Bis



Fotografía 27 Agrietamiento severo de algunas viviendas de la manzana 83, sobre la Tv. 4Bis

- En el resto de la urbanización se observaron algunos daños aislados que no comprometen la estabilidad de las viviendas (Fotografía 28 a Fotografía 31). Estos daños pueden estar relacionados con asentamientos normales del terreno y la antigüedad de las viviendas.



Fotografía 28 Grietas en la fachada de la casa ubicada en la Calle 34A # 3A - 21



Fotografía 29 Grietas recientemente reparadas en la fachada. Diagonal 33 Sur entre carreras 4A Bis y 5



Fotografía 30 Grieta escalonada en la fachada de la casa ubicada en la Calle 36B Sur con Carrera 3B



Fotografía 31 Grieta vertical entre dos unidades estructurales Carrera 4B con Calle 36 Sur

- Otro problema que se presenta en la urbanización es la ampliación de las viviendas sin ningún manejo técnico, que finalmente termina por afectar las viviendas vecinas debido al sobrecarga al que se somete el terreno de fundación (Fotografía 32 y Fotografía 33).



Fotografía 32 Ampliación a 3 pisos de una casa originalmente de 2. Calle 36B Sur con Carrera 2



Fotografía 33 Ampliación a 5 pisos en donde funciona una fábrica de químicos sobre Diagonal 33B entre Carrera 4 y 4B

En la Tabla 6 se relacionan las viviendas relocalizadas temporalmente en cumplimiento de las medidas cautelares ordenadas por el Tribunal Administrativo de Cundinamarca.

Tabla 6 Familias relocalizadas transitoriamente en la Urbanización Villa de Los Alpes

#	NOMBRE	DIRECCION
1	Fernando Marín Hernández	CALLE 36 F SUR # 3 A - 21
2	Héctor Alejandro Zolaque	CALLE 36 F SUR # 3 A - 27
3	Zoraida Ardila González	CALLE 36 F SUR # 3 A - 47
4	Nelson Saúl López Perilla	CALLE 36 G SUR # 3 - 36
5	Carlos Julio Sánchez	CALLE 36 G SUR # 3 - 53
6	Rodrigo Castañeda Zarta	CALLE 36 G SUR # 3 - 57
7	Clara Inés Castillo Abril	CALLE 36 G SUR # 3 - 59
8	Maria Consuelo Torifio Numpaque	CALLE 36 G SUR # 3 - 70
9	Olivia Garzón Sabogal	CALLE 36 G SUR # 3 - 71
10	Clara Inés Rubio Cárdenas	CALLE 36 G SUR # 3 - 76
11	Fabio Ocampo Gutiérrez	CALLE 36 G SUR # 3 - 77
12	Luz Aidé Restrepo Fernández	CALLE 36 G SUR # 3 - 79
13	Diego Sadid Lozada / Diana Marcela Sandoval Gil	CALLE 36 G-SUR # 3 - 72
14	Calixto Pulido Moreno	CALLE 36 H SUR # 3 - 68
15	Aura Helena Velandia Barrera	CALLE 36 H SUR # 3 - 70
16	José Parmenides Toro	CALLE 36 H SUR # 3 - 60
17	Abelardo Segura Franco	CALLE 36 G SUR # 3 - 63
18	Maria Soledad Sossa	CALLE 36G SUR # 3 - 51
19	Herminda Castiblanco	CARRERA 3 D # 32 A - 52 SUR

7. CONCLUSIONES

Las conclusiones y recomendaciones del presente concepto técnico se derivan del análisis y discusión de los estudios antecedentes, monitoreos y seguimientos, dictámenes periciales y otras consideraciones propias (técnicas y jurídicas) de la elaboración del mismo.

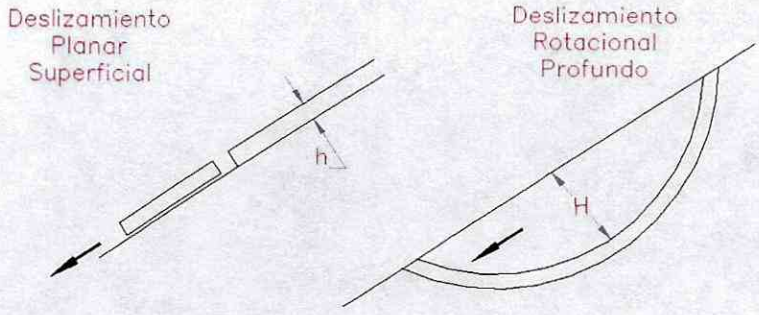
ESTUDIOS TÉCNICOS ANTECEDENTES

Los informes que presentan análisis con algún grado de detalle de los procesos de remoción en masa en la Urbanización Villa de Los Alpes son el Estudio de Amenaza y Riesgo elaborado por GEOINGENIERÍA LTDA (GI) para el FOPAE (2001) y el Concepto Técnico Dictamen Pericial elaborado por la UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA (UNAL) para obrar en la Acción de Grupo No. AG – 2001 – 019 para el Honorable Tribunal Administrativo de Cundinamarca, Sección Cuarta (2003). No obstante, ***NINGUNO DE LOS ANTERIORES PRESENTA DISEÑOS ACTUALIZADOS CON EL DETALLE PARA CONTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN INMEDIATA***. Incluso los diseños propuestos para la rehabilitación de la Avenida Ciudad de Villavicencio elaborado por CONSULTORÍA COLOMBIANA S. A. para el IDU (1999 – 2000), deben ser actualizados para su implementación en las condiciones presentes a la fecha.

Por otra parte desde el punto de vista conceptual, los dos informes que proponen obras de mitigación de riesgo para la urbanización, tienen alcances diferentes y modelos geológicos – geotécnicos diferentes no reconciliables, que se exponen a continuación:

- El estudio de GI (e incluso el concepto del Ingeniero Gabriel Fernández), considera en el denominado *deslizamiento activo* una falla de tipo circular profundo, mientras que la UNAL considera una falla de tipo planar superficial (Figura 3).

Figura 3 Esquemas de falla en la zona de las manzanas 73, 74 y 75



- Los factores determinantes o detonantes de la inestabilidad del terreno para GI son el nivel de la tabla de agua y la presión de poros intersticial, mientras que la UNAL lo relaciona con un plano de debilidad y el efecto a largo plazo de la sobrecarga debida a la construcción de la Avenida Ciudad de Villavicencio principalmente.

No obstante también existen coincidencias entre los estudios de GI y la UNAL, en los siguientes aspectos:

- El problema de estabilidad de la Urbanización Villa de Los Alpes no es generalizado a toda ésta.
- Los movimientos de tierras para la conformación de las terrazas y el peso de las viviendas no son suficientes para definir una sobrecarga que detonará los procesos observados.
- En lo referente a problemas en otras viviendas no ocasionados por fenómenos de remoción en masa, a la posibilidad de la presencia de suelo con potencial expansivo que induce asentamientos diferenciales en las construcciones y estructuras superficiales.

MONITOREO Y SEGUIMIENTO

Los monitoreos realizados por el FOPAE en los años 2004 y 2005 deben revisarse en forma independiente, ya que tienen un cubrimiento y alcance diferente, ya que en el año 2004 se cubrieron las manzanas 1, 9, 11, 14, 35, 36, 43, 44, 58, 73, 74, 75, 83, 95 y 96 mientras que en el año 2005 se concentraron en las manzanas 73, 74, 75 y 76. En el año 2004 el monitoreo fue netamente estructural, mientras que en el año 2005 se efectuó un monitoreo con controles topográficos, geotécnicos y estructurales.

DICTAMEN PERICIAL EMITIDO POR LOS INGENIEROS JAIME LÓPEZ RÍOS Y OSWALDO NARIÑO RIVAS

El Informe Dictamen Pericial emitido por los Ingenieros Jaime López Ríos y Oswaldo Nariño Rivas en Febrero de 2002, no estuvo disponible al momento de efectuar el presente Concepto Técnico. Solamente se tienen referencias al mismo en otras fuentes.

DICTAMEN PERICIAL EMITIDO POR EL GEÓLOGO EDGAR FORERO BELTRÁN

El Informe Dictamen Pericial emitido por el GEÓLOGO EDGAR FORERO BELTRÁN en Febrero de 2006 para la Acción de Grupo No. AG – 2001 – 019, tuvo en cuenta la información antecedente y otros dictámenes periciales para la Acción Popular No. AP – 2000 – 0111 por tratarse de la misma Urbanización Villa de Los Alpes.

La solución del cuestionario de la Acción de Grupo por parte del Perito, presenta los siguientes aportes:

- La pregunta 1 solicita al Perito presentar las fuentes de información de referencia. Para consolidar un diagnóstico de las condiciones originales del terreno, el Dictamen Pericial retomó de los estudios de suelos realizados para la gestión de licenciamiento de la Urbanización Villa de Los Alpes para VIVIENDAS PLANIFICADAS S. A. por la firma LUIS FERNANDO OROZCO & CIA LTDA y efectuó la interpretación de fotografías aéreas[3] para identificar y describir los procesos geomorfológicos y su evolución.

[3] Años 1947 y 1977 (antes de la construcción de la urbanización), así como del año 1990 (durante la construcción de la urbanización) y del año 1998 (después de la construcción de la urbanización)

El Dictamen Pericial tiene en cuenta la cronología[4] de la intervención en la zona de influencia donde se ubicaría la Urbanización Villa de Los Alpes (ratificada en la aclaración al dictamen) y propende por la evaluación de la acción del agua de escorrentía superficial y el agua de infiltración como factor detonante de los procesos de inestabilidad del terreno.

- La pregunta 2 solicita al Perito que *Describa la naturaleza del problema, su ubicación y extensión que afecta a las casas de la urbanización Villa de los Alpes*. El Perito describe la naturaleza del problema como dos fenómenos de remoción en masa, con la ubicación y extensión de afectación que se describe a continuación:

  - El primero de tipo deslizamiento, ubicado en el límite de la Urbanización Villa de Los Alpes con la Avenida Ciudad de Villavicencio, que afecta una extensión parcial de las manzanas 74 y 75 debido a un flujo de agua subsuperficial que se concentró hacia el eje del antiguo drenaje superficial que delimita el área de influencia del movimiento.
  - El segundo de tipo reptación, ubicado en el sector sur oriental de la urbanización y que afecta la zona verde (exfiltración) y parte de la manzana 76 (afloramiento en el muro de contención existente), también producto de la orientación de los flujos subsuperficiales hacia los antiguos ejes de drenaje superficial original y de carácter natural.

  La hipótesis planteada considera como causa principal de los daños en las viviendas la acción de las aguas de infiltración provenientes fuera de la urbanización por el límite de los barrios El Ángulo y Las Guacamayas, así como las provenientes de la misma urbanización.

  En la aclaración al Dictamen Pericial el Perito manifiesta que efectuó una visita de inspección ocular a toda la urbanización para relacionar las patologías y deferentes procesos que definen los escenarios de riesgo. En el mismo documento se conceptúa que el agua de origen diverso es el agente común en todos los estudios.

- La pregunta 3 considerando que *para la época del diseño y la construcción de Villa de Los Alpes (1983-1984), ¿era previsible que mas de 10 años después se presentaran los fenómenos que actualmente afectan algunas de las casas de la Urbanización Villa de Los Alpes? en otras palabras ¿en 1983 y 1984 podía pensarse que fuera a pasar lo que pasó?*.

  El Perito concluye que para la época de diseño y construcción de la Urbanización Villa de Los Alpes (1984), no era previsible que en un horizonte de tiempo de 10 años de servicio se presentaran los fenómenos de remoción en masa con las características del *deslizamiento activo* ocurrido, ya que no existía evidencia de movimientos que así los indicaran.

  No obstante en las fotografías aéreas de 1943 se identificaban en la parte media y oriental de la urbanización dos canales naturales de drenaje menores u originales de carácter intermitente, que evacuaban las aguas de escorrentía en la parte baja del lote. Por lo anterior, en el Mapa Geológico de los estudios previos fueron demarcados como *zonas en reptación de suelos residuales muy húmedos*, los cuales fueron intervenidos por la construcción de la Avenida Ciudad de Villavicencio (1967) y de las obras de urbanismo de los barrios Las Guacamayas y Atenas (consolidados en un 80% para 1977).

[4] Antecedieron la construcción de la Avenida Ciudad de Villavicencio y los barrios Las Guacamayas, San Isidro y Bello Horizonte

Eran previsibles únicamente los problemas de drenaje superficial y como tal fueron destinados usos de zonas verdes algunas de las áreas identificadas como *zonas en reptación de suelos residuales muy húmedos*, pero otras fueron tratadas (inclusión de obras de drenaje y sub drenaje) para habilitar su uso para construir las edificaciones como en el extremo sur occidental (manzanas 24, 99 y 100), parte baja topográficamente (manzanas 33 y 34), franja central que cruza en dirección norte – sur y el sector oriental (limites con el barrio Bello Horizonte y las manzanas 9, 32 y 77).

En la aclaración al Dictamen Pericial el Perito manifiesta tener conocimiento de los fenómenos de expansión de suelos presentados en el barrio Atenas (que no es un proceso de remoción en masa) y sus consecuencias a las viviendas, como muchos suelos de los cerros orientales, así como el conocimiento de prácticas de la ingeniería para minimizar sus efectos.

En el caso de haberse llevado a cabo la práctica común de implementar obras de drenaje y subdrenaje por parte del Constructor y ante la afectación de las viviendas en inmediaciones de las manzanas 73, 74 y 75, puede deberse al mal funcionamiento de las mismas con el consecuente aumento del nivel freático entre la zona de protección ambiental y la Avenida Ciudad de Villavicencio.

- En la pregunta 4 se solicita el perito que *indique ¿Cual es la causa o causas de los daños que afectan a las siguientes viviendas (ver tabla de viviendas relacionadas de la Acción de Grupo)?*. El Perito discrimina cuatro sectores que presentan afectación según la relación de viviendas, que se pueden agrupar en dos tipos, así:

  - **A) Manzanas 73, 74 y 75:** Deslizamiento traslacional activado por el cambio en el régimen de aguas de infiltración, ubicado en la zona de protección ambiental de la Avenida Ciudad de Villavicencio (fuera de la urbanización inicialmente por elevación del nivel freático) y en el sector occidental de las manzanas (involucró terrenos de la urbanización y cimentación de las viviendas posteriormente con la superficie de falla) y que genera daños severos a las viviendas. Acción de aguas de infiltración en el sector oriental de las manzanas y que genera daños menores a las viviendas.
  - **B) Manzanas 100 Sector Occidental, C) Manzanas 11 y 96 Sector Occidental y D) Manzanas 65, 71 y 72:** No presenta fenómenos de remoción en masa, pero pueden coincidir con antiguas zona de drenaje que posiblemente fueron tratadas mediante (obras de drenaje y subdrenaje). Se pueden presentar otro tipo de procesos de inestabilidad del terreno que expliquen daños menores observados en algunas viviendas, entendidos como aquellos que no implican el colapso inminente.

En la aclaración al Dictamen Pericial contemplan los siguientes aspectos:

- Se recomienda retomar la calificación de los daños realizada por la DPAE:
- Se debe interpretar que el barrio Las Guacamayas es un referente de ubicación pero no la causa del proceso que afecta las manzanas 74 y 75.
- No se consideró como objeto del dictamen evaluar el impacto de la implementación del barrio El Ángulo sobre la estabilidad de la Urbanización Villa de Los Alpes.
- Se aclara que en las manzanas 73, 74 y 75 los daños en las viviendas tiene relación con procesos de remoción en masa, mientras que las manzanas 11, 65, 71, 72, 96 y 100 están aisladas de dicho proceso.

- En la pregunta 5 se solicita el perito que *indique si el fenómeno que afecta a las viviendas empezó por fuera de la Urbanización*. El Perito considera que como la causa principal que generó el movimiento es externa (secuencia de infiltración de aguas, elevación del nivel freático, saturación y generación de presiones de agua de la masa de suelo), propagando las grietas de la vía durante el movimiento.

  En la aclaración al dictamen pericial considera que dentro de su competencia profesional en geología tiene la responsabilidad de establecer procesos y factores, lo cual consignó en el informe y se ratifica en la cartografía geológica como los procesos de reptación estaban alimentados por los flujos de agua como prueba. El origen del agua en los barrios Las Guacamayas y el Ángulo y/o provenientes de una eventual fuga de la red de alcantarillado no tienen fundamento probado (hipótesis), formulada por observaciones en el terreno pero que pudieron acelerar el movimiento del deslizamiento.

- En la pregunta 6 considerando que *de las posibles soluciones planteadas en los diferentes estudios realizados sobre el sector de Villa de Los Alpes (obras de estabilización, tala de árboles, demolición de construcciones, etc.), ¿Cuál es la solución práctica para cada caso concreto, donde y como debe implementarse?*. El Perito discrimina las soluciones planteadas en los sectores con evidencia de daños:

  - ***Acciones correctivas*** enfocadas a revertir los procesos en el denominado *deslizamiento activo* en las manzanas 74 y 75, que incluyen la demolición de las viviendas definidas en amenaza muy alta en el estudio de GEOINGENIERÍA LTDA y la estabilización del movimiento.
  - ***Acciones de control y prevención***, recomienda revisar el comportamiento de los sistemas de drenaje y subdrenaje instalados, verificando la coincidencia en su ubicación respecto a lo establecido en el estudio de GEOINGENIERÍA LTDA, implementar un plan de monitoreo instrumental para los niveles de agua según las recomendaciones de GEOINGENIERÍA LTDA, mejorar la interceptación y transporte de aguas superficiales a lo largo de la Avenida Ciudad de Villavicencio, los barrios El Ángulo y Las Guacamayas, los parqueaderos y la zona verde contigua al barrio El Ángulo (tanto superficial como sub superficial). El control de la infiltración desde el oriente de las manzanas 73, 74 y 75 tendría éxito con el esquema de pozos y drenes horizontales a distintos niveles, con la entrega controlada al sistema de alcantarillado.

  En las aclaraciones al dictamen pericial se establecen limitaciones para recomendar o descartar alternativas de estabilización desde su punto de vista de profesional en Geología, las cuales tienen diferentes sustentaciones geotécnicas en estudios antecedentes como los elaborados por GI o la UNAL.

ASPECTOS TÉCNICOS PROPIOS AL PRESENTE CONCEPTO TÉCNICO

Con base en los resultados de los estudios antecedentes y los monitoreos e inspecciones recientes adelantados por el FOPAE, se deduce que no se presenta una tendencia generalizada en el grado de afectación de las viviendas en la totalidad de la Urbanización Villa de Los Alpes, sino que se presentan sectores bien delimitados donde existen procesos activos de remoción en masa (deslizamiento y reptación principalmente) y sectores donde debe precisarse la ocurrencia de otro tipo de procesos como expansión, consolidación y desecación.

Los informes de GEOINGENIERÍA LTDA y la UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA tienen alcances diferentes y modelos geológicos – geotécnicos diferentes no reconciliables, así como no se han ejecutado estudios y diseños que involucren resultados de monitoreos y seguimientos al comportamiento de los procesos observados y sus efectos sobre la Urbanización Villa de Los Alpes.

Ante los diversos procesos de inestabilidad del terreno observados en diferentes sectores de la Urbanización Villa de Los Alpes, como remoción en masa (deslizamiento, reptamiento, altas succiones por efecto de la vegetación), asentamientos por consolidación y expansión de suelos, se requiere que las futuras campañas de monitoreo tengan una componente geotécnica mayor, incluyendo una investigación del subsuelo (exploración, ensayos de laboratorio y pruebas de campo) que permita diferenciar los procesos y orientar acciones de mitigación de riesgo en cada caso.

Para cumplir tal objetivo es necesario modelar tanto las zonas de falla como las deformaciones presentes en zonas no falladas aún (utilización de programas de elementos finitos), para anticiparse a las consecuencias, definir y valorar los tratamientos propuestos para recomendar unos diseños detallados para construcción, retroalimentados con las observación del comportamiento en periodos más largos de tiempo (monitoreo y seguimiento, con controles topográficos, instrumentales, evaluación geotécnica y estructural).

La evidencia de los monitoreos tiende a dar mayor acierto a los criterios de GI respecto a los planteamientos de la UNAL, ya que las obras de drenaje y subdrenaje implementadas han evitado la propagación de los procesos de movimientos en masa y la actividad de los mismos es estacional, en alguna medida influenciada por los periodos de lluvia. El grado de actividad no ha sido controlado ya que no se han ejecutado obras de descarga, contención y refuerzo, las cuales requiere un diseño detallado y actualizado para la solución integral a los problemas de estabilidad de la vía y la Urbanización Villa de Los Alpes.

Un aspecto no desarrollado es la afirmación con relación a la coincidencia del denominado *deslizamiento activo* con el sector donde se instaló una tubería por parte de la EAAB, al parecer correspondiente al sistema de alcantarillado que cruza la Avenida Ciudad de Villavicencio, realizada hace 10 años. Una evidencia actual que manifiesta la comunidad al respecto, es que ocasionalmente en esta zona se presenta colmatación del sistema de alcantarillado de las viviendas y reflujos de aguas negras lo que genera daños progresivos. Frente al numeral 3 del texto de la Acción de Grupo, se debe advertir que los daños han tenido tendencia decreciente.

Frente al numeral 5 de la Acción de Grupo, se debe aclarar que no toda la urbanización se encuentra en alto riesgo por remoción en masa, regionalmente según el Mapa 3 del POT y localmente según el estudio de GI.

Las pretensiones de la Acción de Grupo No. AG – 2001 – 019 son la declaración de la responsabilidad de la EAAB de los hechos ocurridos en la urbanización y que se condene por daños y perjuicios a los accionantes por un valor estimado en $600.000.000.oo indexada a la fecha del pago, más el perjuicio moral según estime el tribunal.

ASPECTOS JURIDICOS PROPIOS AL PRESENTE CONCEPTO TÉCNICO

La Ley 472 de 1998 que desarrolló el Artículo 88 de la Constitución Política de Colombia, establece que la ***Acción Popular*** tiene por objeto ***evitar el daño contingente, hacer cesar el peligro, la amenaza, la vulneración o agravio sobre los derechos e intereses colectivos, o restituir las cosas a su estado anterior si fuere posible***".

La jurisprudencia constituida por las sentencias T-058/92 y T-215/99 de la Corte Constitucional, destaca que la ***Acción Popular*** tiene una finalidad preventiva y restitutoria pero no de reparación, lo cual la diferencia entre otras características de la ***Acción de Grupo***.

Por lo anterior y de acuerdo con las acciones judiciales entorno a la problemática de la Urbanización Villa de Los Alpes, la Acción Popular No. AP – 2000 – 0111 no puede pretender la reparación de los perjuicios sufridos por los accionantes ni la aplicación de las figuras procesales propias de las acciones ordinarias reparatorias, como el llamamiento en garantía.

Lo anterior no menoscaba el derecho a iniciar las acciones tendientes a restablecer los derechos colectivos que se consideran vulnerados, incluyendo la ejecución de ejecutar las acciones con el fin de prevenirlos y además tenga derecho a repetir contra otra entidad pública, privada o los demás responsables indeterminados y que lleguen a determinarse por el Tribunal, lo que da inicio a la Acción de Grupo No. AG – 2001 – 019, objeto del presente Concepto Técnico.

8. RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar las acciones de monitoreo y seguimiento de carácter preventivo hasta que se fallen los aspectos de fondo y se ordene solución definitiva, manteniendo el incentivo de pago de arriendos para evacuar las viviendas que se califican en condición de riesgo estructural alto y critico, independientemente del tipo de proceso que genere tal condición en la Urbanización Villa de Los Alpes.

Con relación al último Dictamen Pericial rendido por el GEÓLOGO EDGAR FORERO BELTRÁN, se recomienda no objetarlo en si mismo dadas su limitaciones, sino solicitar al Tribunal Administrativo de Cundinamarca practicar pruebas adicionales ya que la información disponible no aclara contundentemente las causas de los problemas observados y por tanto no se consideran totalmente confiables las alternativas de solución propuestas.

9. GLOSARIO

- **CIMENTACIÓN:** Parte de la construcción que compone la subestructura y que sirve de medio intermediario para la transmisión de las cargas de la superestructura al terreno de fundación.
- **COLASABILIDAD:** Es el proceso de pérdida de la estructura de un suelo.
- **DISPERSIVIDAD:** Propiedad de los suelos a permitir la remoción de partículas que los constituyen, por acción del agua, generando oquedades que cuando el proceso es avanzado se interconectan en forma de conductos hasta producir una condición de tubificación.
- **EXPANSIVIDAD:** Propiedad de los suelos de origen arcilloso principalmente de absorber agua en su estructura en situaciones de agua disponible en el medio y liberarla en periodos de tiempo de déficit de agua, generando cambios volumétricos estacionales.
- **LADERA:** Geoforma natural del terreno con cierto grado de inclinación.

- **REMOCIÓN EN MASA:** Procesos de inestabilidad del terreno por separación de la roca (desprendimientos, volcamiento), superación del esfuerzo cortante resistente respecto al esfuerzo actuante de material roca o suelo, dando lugar a su movilización y posterior acumulación ladera abajo.
- **UNIDAD ESTRUCTURAL:** Construcciones que comparten cimentación y elementos estructurales.

10. ADVERTENCIA

Las conclusiones y recomendaciones del presente concepto están basadas en las características externas, por lo tanto, pueden presentarse situaciones no previstas que se escapan de su alcance.

Elaboró	Revisó
NOMBRE: EDSON ORLANDO HOYOS CERÓN **MATRÍCULA:** 25202 – 63206 CND. **FIRMA:**	**NOMBRE:** PABLO ANTONIO GARZÓN CASARES **CARGO:** INGENIERO ESTUDIOS TÉCNICOS Y CONCEPTOS **FIRMA:**
Vo. Bo.	
NOMBRE: GUILLERMO E. ÁVILA ÁLVAREZ **CARGO:** SUBDIRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO **FIRMA:**	